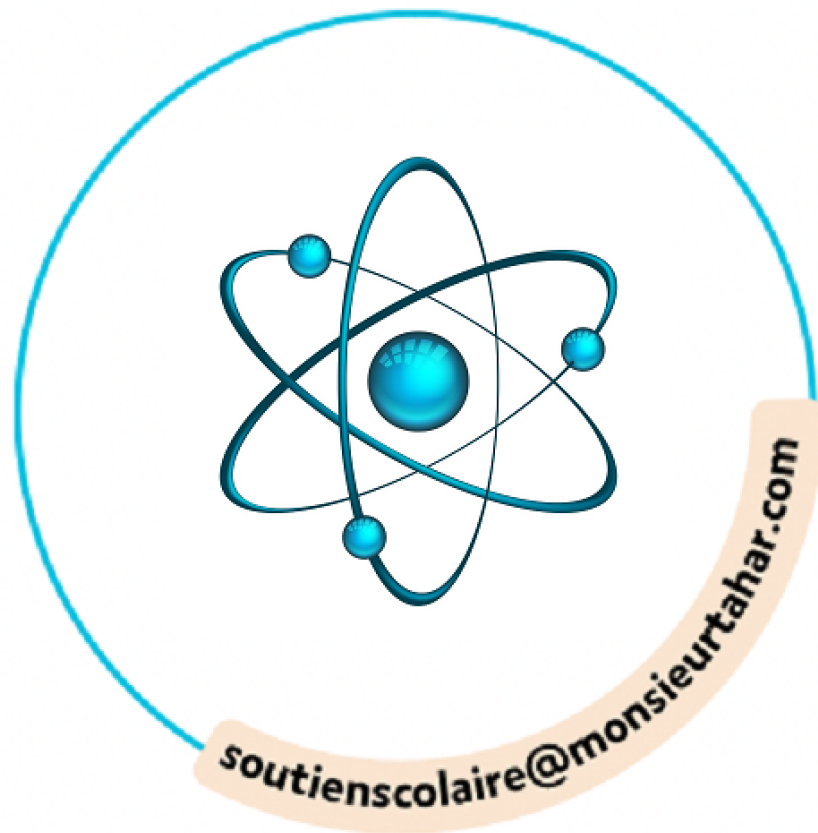


ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE



PHYSIQUE- CHIMIE

CHAPITRE 2

Exercices

Tester ses connaissances

QCM

1. a., b. ET d. / 2. b. / 3. b., c. ET d. (ressource énergétique intermittente selon les saisons) / 3. a.

5 Vrai ou Faux ?

- a. Faux : Les accumulateurs transforment l'énergie électrique et la stockent sous forme d'énergie **chimique**.
 b. Faux : Les **Stations de Transfert d'Énergie par Pompage** transforment l'énergie électrique et la stockent sous forme d'énergie potentielle.
 c. Faux : Les super-condensateurs transforment l'énergie électrique et la stockent sous forme d'énergie **électromagnétique**.
 d. Vrai.

6 Calcul de rendement

1. $P_{\text{investie}} = 1\,300 \text{ MW} / 33\% = 3\,939 \text{ MW}$

2. Si l'EPR avait un rendement de 33 %, il faudrait investir une puissance :

$$P = 1\,650 \text{ MW} / 0,33 = 5\,000 \text{ MW}.$$

Avec son rendement de 37 %, il ne faudra investir qu'une puissance :

$$P' = 1\,650 \text{ MW} / 0,37 = 4\,459 \text{ MW}, \text{ soit une économie de } 541 \text{ MW}, \text{ soit près de } 11\%.$$

Non seulement l'EPR permettra de produire davantage de puissance électrique, mais il permettra aussi de faire des économies de puissance investie.

7 Barrages dans les Vosges

1. Cette géographie est propice à la production et au stockage d'énergie car elle présente deux lacs d'altitudes différentes, le Lac Blanc de plus haute altitude (1 060 m) que le Lac Noir (960 m). Ainsi, en faisant passer l'eau du lac supérieur vers le lac inférieur *via* la conduite d'eau souterraine, de l'énergie électrique pourra être produite. De plus, en pompant l'eau du lac inférieur vers le lac supérieur, en cas d'excès d'énergie électrique dans le réseau, de l'énergie pourra être stockée (sous forme d'énergie potentielle de pesanteur).

2. L'énergie maximale que nous pouvons espérer produire correspond à la conversion de l'énergie potentielle de pesanteur de l'eau qui était stockée dans le Lac Blanc (lac supérieur) :

$E_{pp} = m \times g \times h$, avec h la différence d'altitude entre les deux lacs et m la masse d'eau utilisée pendant les 5h de fonctionnement

$$\text{Or } h = 1\,060 - 960 = 100 \text{ m}$$

Et $m = \rho \times V = \rho \times D \times \Delta t$ avec D le débit en $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ et Δt la durée en s.

$$\text{D'où } E_{pp} = \rho \times D \times \Delta t \times g \times h = 1\,000 \times 2,0 \times 5 \times 3\,600 \times 9,81 \times 100 = 3,5 \cdot 10^{10} \text{ J} = 35 \text{ GJ}$$

La conversion aboutit à une énergie potentielle de 9,8 MWh.

2. Énergie consommée pour le trajet de 214,8 km (test) avec 20,3 kWh consommés :

$$E_{\text{consommée}} = \frac{E_{\text{(pour 100 km)}} \times 214,8}{100} = \frac{20,3 \times 214,8}{100} = 43,6 \text{ kWh}$$

3. Masse des dispositifs de stockage : $m = \frac{\text{énergie (en Wh)}}{\text{énergie massique}}$

Super-condensateur	Batterie Li-Ion	H ₂ (réservoir inclus)
$7,3 \cdot 10^3 \text{ kg} = 7,3 \text{ t}$	290 kg	29 kg

4. Masse des dispositifs de stockage pour fournir une puissance donnée : $m = \frac{\text{puissance (en W)}}{\text{puissance massique}}$

Super-condensateur	Batterie Li-Ion
10 kg	286 kg

5. Au vu des calculs précédents, un même dispositif ne peut pas être aussi performant dans le stockage de l'énergie (lié à l'autonomie) et dans la restitution de cette énergie sur des durées brèves (liée à la puissance). Les super-condensateurs sont très performants en termes de puissance mais ils ne peuvent être utilisés pour les transports routiers (7,3 t pour le dispositif de stockage, c'est trop !).

Dans le cadre des transports mixtes, il sera alors judicieux de coupler un dispositif de type super-condensateur pour les transports en ville (10 kg) avec une batterie à hydrogène pour les transports routiers (29 kg). En couplant deux dispositifs, la masse totale sera alors optimisée.

Noter aussi que les deux masses nécessaires pour fournir la puissance demandée et stocker l'énergie sont quasiment identiques avec une batterie Li-ion. C'est la solution actuellement utilisée.

10 Batterie nomade solaire

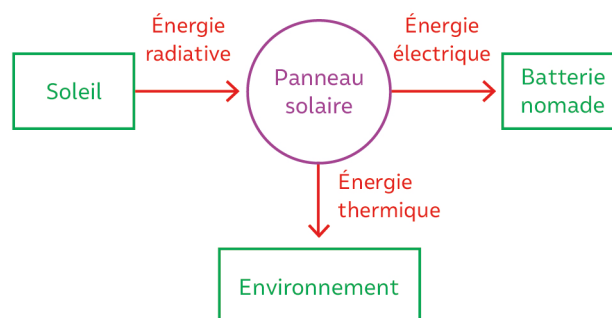
1. En fin de journée, la batterie a emmagasiné une énergie de :

$$E_{\text{stockée}} = 0,75 \times 18,7 \text{ Wh} = 14,0 \text{ Wh}.$$

$E_{\text{restituée}} = 0,18 \times E_{\text{stockée}} = 2,5 \text{ Wh}$: la batterie du téléphone ne pourra pas être chargée à 100 %.

Remarque : La batterie nomade, même chargée à 100 % en fin de journée, ne pourra pas charger à 100 % la batterie du téléphone.

2. Schéma de la chaîne énergétique au cours du stockage de l'énergie par la batterie nomade :



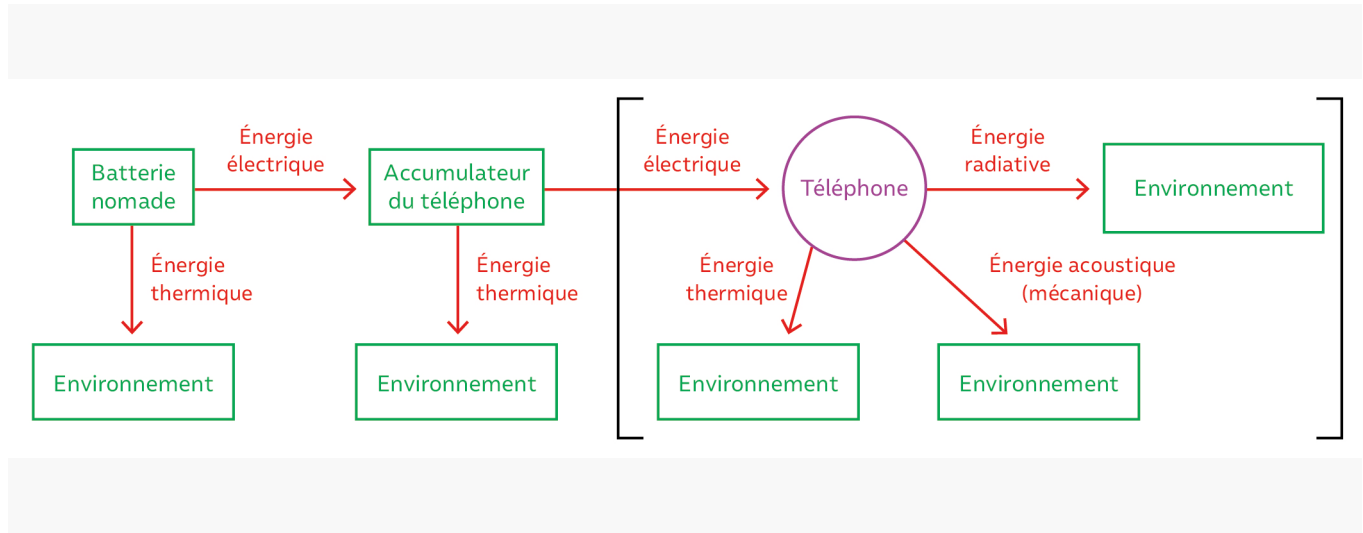
Exercices

Développer ses compétences

9 Importance de l'électricité dans les transports

1. Dans le cas des transports routiers, le besoin principal est l'autonomie. Dans le cas des transports en ville, le besoin principal est la puissance.

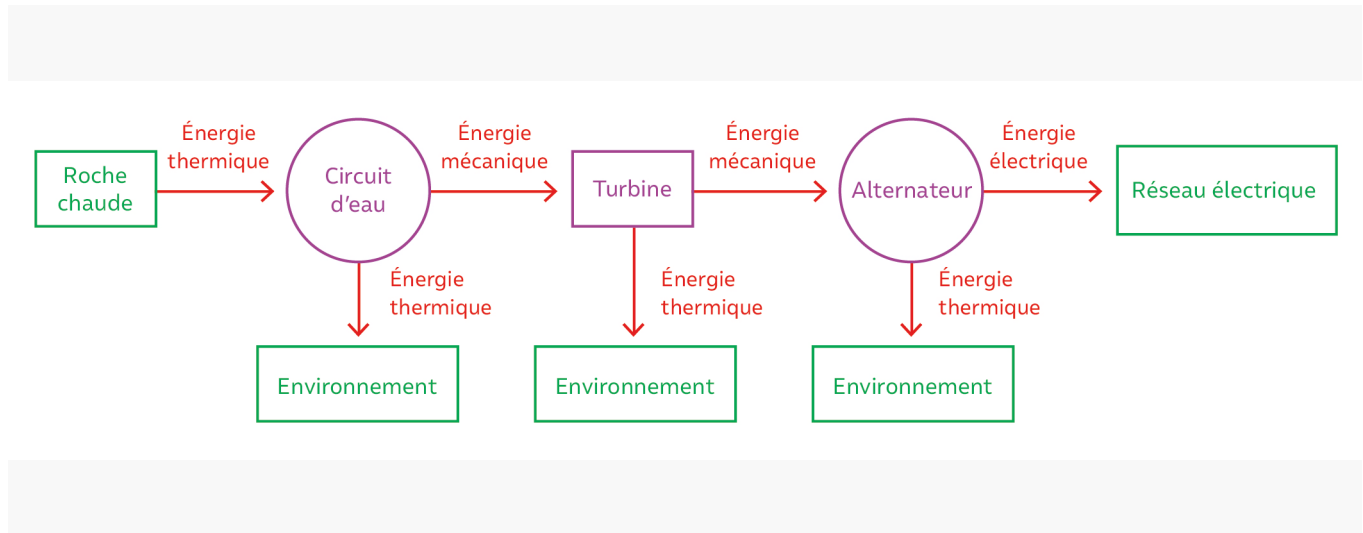
Schéma de la chaîne énergétique au cours de la restitution de l'énergie par la batterie nomade : (la chaîne peut être complétée au cours du fonctionnement du téléphone, partie de droite)



11 Géothermie

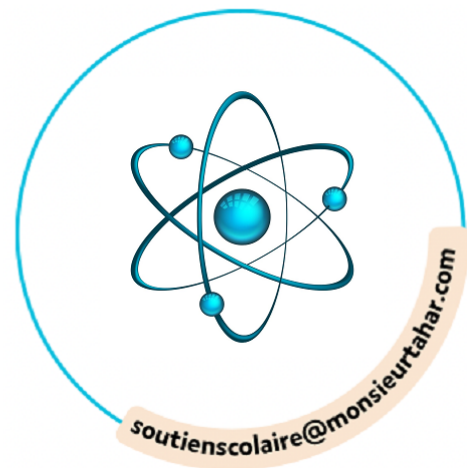
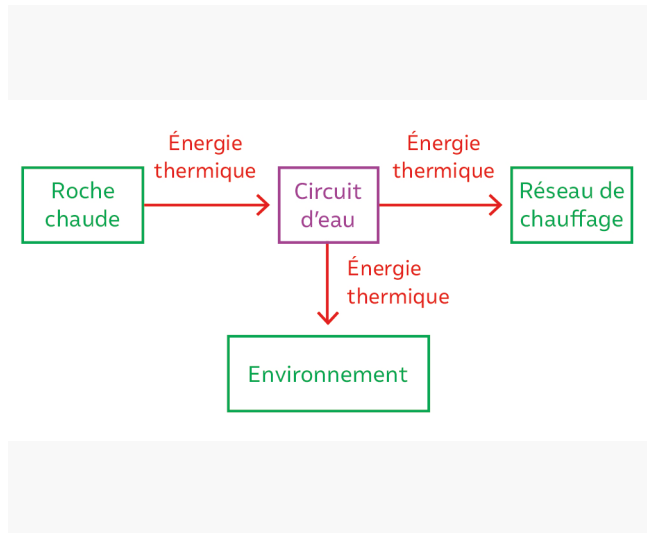
1. Dans le cadre de la géothermie, la ressource primaire d'énergie est la chaleur des roches profondes : ces roches chaudes, dites « sèches » réchauffent l'eau qu'on injecte pour en récupérer l'énergie thermique.

2. Chaîne énergétique de la centrale électrique par géothermie :



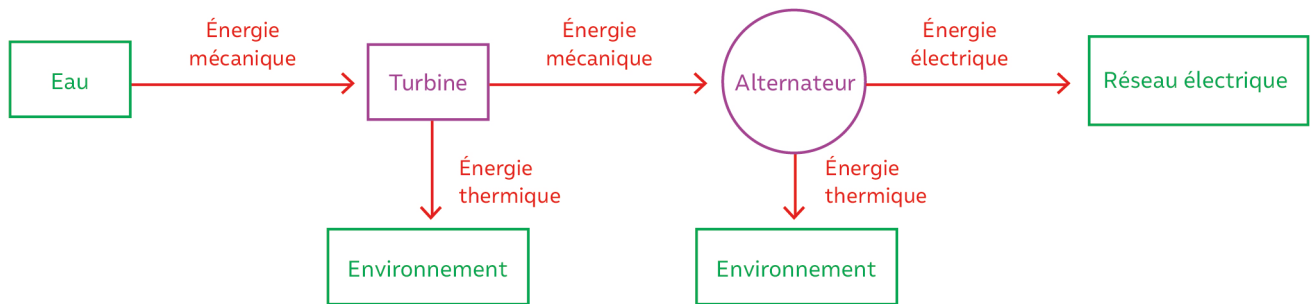
Remarque : La turbine est dans un rectangle violet car elle transmet l'énergie sans la convertir.

3. Chaîne énergétique du réseau de chaleur par géothermie :



12 Un barrage en haute altitude

1. Chaîne énergétique complétée :



Remarque : La turbine est dans un rectangle violet car elle transfère l'énergie sans la convertir.

2. Énergie électrique quotidienne :

$$E_{\text{élect}} = P_{\text{élect}} \times \Delta t = 1,10 \text{ MW} \times 24 \text{ h} = 26,4 \text{ MWh.}$$

Énergie mécanique reçue par l'alternateur qui a un rendement de 95 % :

$$E_{\text{méca altern}} = \frac{E_{\text{élect}}}{r_A} = \frac{26,4}{0,95} = 27,8 \text{ MWh}$$

Énergie mécanique reçue par la turbine avec un rendement de 88 % :

$$E_{\text{méca turbine}} = \frac{E_{\text{élect}}}{r_T} = \frac{27,8}{0,88} = 31,6 \text{ MWh}$$

$$= 31,6 \times 3\,600 \text{ MJ} = 1,14 \cdot 10^5 \text{ MJ}$$

3. On estime que le rendement de la chute est de 100 % (ou que les pertes sont intégrées au rendement de la turbine). L'énergie alors mise en jeu par la chute d'eau au cours d'une journée a pour valeur l'énergie à l'entrée de la turbine :

$$E_{\text{méca turbine}} = E_{\text{chute d'eau}} = P \times \Delta t = \rho \times g \times q \times \Delta t \times h$$

$$\Rightarrow h = \frac{E_{\text{méca turbine}}}{\rho \times g \times q \times \Delta t} = \frac{1,14 \cdot 10^{11}}{1000 \times 9,81 \times 0,30 \times 24 \times 3600} = 448 \text{ m}$$

$$4. E_{pp} = P \times \Delta t = E_{\text{méca turbine}} = 1,14 \cdot 10^5 \text{ MJ.}$$

5. Nous pouvons en déduire la masse d'eau quotidienne :

$$m_{\text{jour}} = \frac{E_{pp}}{g \times h} = \frac{1,14 \cdot 10^{11}}{9,81 \times 448} = 2,6 \cdot 10^7 \text{ kg.}$$

Or 1 000 kg d'eau occupent un volume de 1 m³. Le volume d'eau quotidien passant dans ce barrage est donc de 2,6 · 10⁴ m³.

6. Nombre équivalent en piscines olympiques :

$$N = \frac{2,6 \cdot 10^4 \text{ (m}^3\text{)}}{2\,000 \text{ (m}^3\text{)}} = 13 \text{ piscines environ.}$$

Cela représente un gros volume !

13 Des catastrophes dues à l'homme

1802, la rupture du barrage de Puentes en Espagne : cette catastrophe est due à une erreur d'appréciation de la qualité des sols qui aurait entraîné une fragilité des fondations.

1864, le réservoir de Dale Dyke en Grande-Bretagne : les experts ont conclu à un manque de compétence et d'atten-

tion dans le suivi du projet par la société responsable de la construction.

1923, le barrage de Gleno en Italie : l'enquête met en évidence une incroyable série de malfaçons par les responsables du projet.

1959, le barrage de Malpasset en France : l'enquête ne remet pas en cause la solidité de la voûte, mais celle de la roche sur laquelle le barrage était appuyé. La Cour de cassation exclut définitivement toute responsabilité humaine dans la catastrophe.

14 Projet nucléaire

1. Énergie thermique récupérée par un système de cogénération :

D'après le rendement de la centrale, l'énergie électrique représente 35 % de l'énergie primaire :

$$E_{\text{élect}} = 35 \% \times E_{\text{primaire}} \text{ d'où : } E_{\text{primaire}} = \frac{E_{\text{élect}}}{35 \%}$$

De plus, l'énergie thermique dissipée correspond à la moitié (50 %) de 65 % de l'énergie primaire. D'où :

$$E_{th} = 50 \% \times 65 \% \times E_{\text{primaire}} = 50 \% \times 65 \% \times \frac{E_{\text{primaire}}}{35 \%}$$

$$= \frac{0,325 \times 1,58 \cdot 10^4}{0,35} = 1,42 \cdot 10^4 = 1,42 \cdot 10^4 \text{ GWh}$$

2. L'énergie thermique potentiellement récupérable annuellement par un système de cogénération pourrait alors permettre de couvrir les besoins en énergie liée au chauffage. Le grand avantage de ce système est donc de réutiliser une énergie dissipée dans l'environnement sans consommation d'énergie primaire supplémentaire

15 EXERCER SON ESPRIT CRITIQUE

À la poursuite du rêve de Tesla

Selon les lois de conservation des quantités de masse et d'énergie, il n'est pas possible de créer de la matière ou de l'énergie à partir de rien. Toute production d'énergie correspond en réalité à un transfert d'énergie, que la physique permet d'appréhender et de calculer efficacement.

Vu l'incompatibilité des concepts de « dégravitation » et d'« énergie surnuméraire » avec l'état des connaissances en physique, le montage présenté se doit de fournir des preuves très solides d'une production d'énergie supérieure à celle qu'il consomme.

Étant branché sur le secteur, le moteur fournit sans doute une puissance de 2 200 W. Cependant, il n'y a pas de mesure de la puissance fournie en sortie par les quatre alternateurs : ce n'est pas parce que leur puissance nominale est de 2 200 W qu'ils la délivrent effectivement. Ici, quatre lampes de 300 W peuvent être allumées, ce qui correspond à une production d'énergie de 1 200 W par l'ensemble des alternateurs : c'est très inférieur aux 8 800 W revendiqués, et cela correspond à un rendement de $1\,200 / 8\,800 = 13,4\%$. Il n'y a donc pas eu de production d'« énergie surnuméraire », mais au contraire une déperdition de l'énergie produite par le moteur.

Les lois classiques de la physique permettent d'expliquer le fonctionnement du système présenté, qui n'a aucune utilité technologique : il y aurait eu bien moins de pertes d'énergie en branchant directement les lampes au secteur !

Dans le montage présenté, le fait que des lampes s'allument n'est pas significatif d'une production d'énergie d'origine inconnue : il y a un **biais de représentativité**.

Les discours pseudoscientifiques invoquant une énergie inconnue et inépuisable ont un caractère merveilleux, faisant appel à un **biais émotionnel**.

Le fait qu'ils soient relayés par des médias peu au fait des lois de la physique peut rendre la croyance plus crédible, par un **biais de conformisme social**.

🔍 Erratum

Activité 2, question 3

Il n'y a pas de document 6 donc on répond à la question en se servant uniquement du document 5.

Exercice 12

Dans l'énoncé, $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$: il manque le « moins » devant le 2 dans la puissance du s.

Ces modifications ont été effectuées dans le manuel élève.

